

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГИПСОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ¹

Л. И. МАРУАШВИЛИ

Проблема высотного развития горных областей, изучение гипсометрических изменений в геосинклинальных зонах являются одним из тех вопросов, с которыми сталкивается палеогеография — наука о минувших ландшафтах Земли. Геологами установлено, что современные высокогорья образовались главным образом в течение верхнетретичного и четвертичного периодов, но о том, как происходил рост горных сооружений и какую высоту они имели в разные моменты указанного промежутка геологического времени, до сих пор нет установившегося мнения. Между тем высота гор, как существенный элемент древних ландшафтов, имеет важное значение для палеогеографии, а отсюда также и для понимания современных географических явлений, поисков полезных ископаемых и т. д.

Современные геологические и геоморфологические методы ещё не достигли такой степени совершенства, чтобы с их помощью можно было с удовлетворительной точностью определять гипсометрическое состояние горной страны в тот или иной момент геологической истории. Новейшие способы подсчёта величин погружения и поднятия геосинклиналей (см., например, [23]) не дают возможности точно

выяснить высоту горных сооружений в прошлом. Для суждения о высоте горных хребтов минувших периодов остаётся прибегать либо к теоретическим построениям, касающимся закономерностей проявления геотектонеза и геоморфогенеза, либо искать каких-то косвенных, побочных указаний.

Несомненно, что разные горные области должны были различаться между собою по ходу своей гипсометрической эволюции. Мы знаем, например, на основании особенностей распространения растений и животных, что, наряду с горными системами существовавшими в течение всего позднего кайнозоя, были и другие хребты, полностью или частично погрузившиеся за тот же период под уровень океана. Такие погибшие горные цепи имеются в области Средиземноморья, Атлантики, Малайского архипелага [5, стр. 37—44]. Наконец, имеются и такие горные цепи, возникновение которых относится к недавнему прошлому и которые ещё не успели полностью подвергнуться эрозионному расчленению. Различия эти являются следствием неоднородности строения геосинклиналей и их различного развития. Кроме того, гипсометрическое развитие различных горных систем может расходиться между собою также и в силу неодинакового хода денудационных процессов. Однако, наряду с этими индивидуальными различиями, высотное развитие горных областей мира обладало некоторыми общими чертами, в пользу чего говорят их геоморфологическое сходство (например полнота расчленения таких хребтов, как Анды, Альпы, Гималаи, Кавказ) и идентичность пережитых ими основных палеогеографических смен. Общность высотной эволюции гор согласуется с современными геотектоническими воззрениями,

¹ В статье Л. И. Маруашвили очень сложный вопрос о темпах и эпохах подъёма горных систем Земли разрешён несколько односторонне. Автор основывается на пульсационной гипотезе и на теории изостазии, привлекает биогеографические материалы, касающиеся главным образом Кавказа, и не делает различия в анализе поднятия горных систем молодых альпийских геосинклиналей и древних складчатых областей.

Введение других фактических материалов и геотектонических гипотез, возможно, привело бы к другим выводам. Так, например, имеются геологические и биологические факты, доказывающие, что горные сооружения южной Сибири поднимались интенсивнее всего в течение четвертичного периода. *Прим. ред.*

по которым тектонические движения земной коры во всех её частях имеют одну первопричину — изменение объёма земного шара.

Как уже было сказано, установившегося представления о гипсометрическом развитии гор в науке не существует. Одни исследователи предполагают неуклонное возрастание высоты горных сооружений в продолжение всей альпийской революции — в миоцене они должны были быть ниже, чем в плиоцене, в плиоцене ниже, чем в четвертичное время. Противоположной крайностью являются взгляды Л. А. Варданянца, допускающего снос гор денудацией до состояния пенеплена в течение горообразовательного цикла (например на границе третичного и четвертичного периодов). Наконец, высказывался взгляд, согласно которому современные хребты являются остатками некогда гораздо более высоких сооружений. Попробуем разобраться в этом вопросе с помощью современной теории формирования структуры и пластики орогенов.

Согласно пульсационной гипотезе геотектоники [20, 21], преобразования земного лика зависели от изменений подкорового объёма. «Во время фаз сжатия, — пишет акад. В. А. Обручев, — создаётся сильная и сложная складчатость в толщах свежих, пропитанных водою и пластичных осадочных отложений в пределах геосинклиналей и более слабая покровного типа складчатость в толщах осадочных пород на платформах... Во время фаз растяжения земная кора образует волнообразные поднятия и опускания, толщи молодых отложений, смятых в складки в течение предшествующей фазы сжатия, поднимаются (в силу стремления к изостатическому равновесию, — Л. М.) над уровнем моря в виде горных кражей на суше или хотя бы гористых островов...» [21, стр. 13—14]. Таким образом, по этой гипотезе горные цепи создаются поднятием лабильных зон вследствие изостатического выравнивания, и поэтому рост горных сооружений в высоту должен происходить особенно энергично в начальной фазе их существования до установления изостатического

равновесия. В дальнейшем поднятие замедляется, и соответственно уменьшается скорость возрастания высоты. Последующие поднятия орогена, обусловленные разгрузкой под влиянием денудации, не могут по интенсивности равняться с первоначальным поднятием после главной фазы сжатия. Отсюда может быть сделан вывод, что современные складчатые хребты приобрели большую часть своей нынешней высоты вскоре после орогенической фазы, имевшей место на грани палеогена и неогена.

Можно рассматривать условия роста гор в высоту также с точки зрения изменений общего эффекта денудации во времени. Вопросам формирования горного рельефа в научной литературе уделялось много внимания, — можно назвать работы Б. Л. Личкова, К. К. Маркова, И. С. Шукина, В. Девиса, В. Пенка. Для интересующего нас вопроса — гипсометрического развития гор — существенным является нижеследующая закономерность процесса денудации, противодействующего тектонически обусловленному возрастанию высоты горных областей. Главнейшие горные цепи возникли там, где в конце олигоцена находилось либо морское дно, либо пенепленизированная поверхность на месте древних складчатых систем. Следовательно, в начальной стадии своего геоморфологического развития современные горные области имели слабо расчленённую поверхность с широким развитием пологих и даже совершенно ровных плоскостей. Такой характер юных возвышенностей мало способствовал успеху денудации в её стремлении к разрушению тектогенных форм рельефа. Преобладание пологих поверхностей, на которых удаление продуктов выветривания, а следовательно, и обновление экспозиции происходили медленно, делало общий результат денудационного сноса ничтожным, и увеличение высоты почти равнялось скорости тектонического поднятия.

В процессе дальнейшего развития рельефа разрастание сети эрозионных форм (речных долин и т. п.) постепенно уменьшало площадь первичной нерасчленённой поверхности, вовлекая

в сферу интенсивной денудации всё новые и новые участки и устанавливая в рельефе господство крутых склонов. В конце концов, в различное для разных горных областей время должен был наступить момент, когда полностью уничтожалась первичная плоская поверхность и горная область вступала в состояние полной расчленённости. Этот момент должен был сопровождаться переломом в ходе денудации, а именно — значительным её ускорением и, отсюда, резким уменьшением темпов повышения гор, связанного с поднятием. «Несомненно, — указывает К. К. Марков, — что разрушение одиноких вершин происходит с огромной интенсивностью, затрудняющей дальнейший рост гор в высоту» [18, стр. 218].

Итак, если бы замедление быстрого вначале роста гор в высоту не обуславливалось изостатическим фактором, такое изменение скорости высотного роста всё же имело бы место как результат закономерностей денудационного цикла горных областей.

Вышеизложенные теоретические соображения дают лишь общую ориентацию в решении проблемы. Они оставляют открытыми такие существенные вопросы, как, например, время завершения горными системами начальной фазы их высотного развития, характеризующейся быстрыми темпами, а также амплитуда изменений высоты. Какова была высота гор в разные моменты их истории, — вот та постановка проблемы, которая диктуется интересами палеогеографии.

Для уточнения и обоснования теоретических соображений можно обратиться к косвенным указаниям на гипсометрию гор в прошлом. Таковы прежде всего биогеографические свидетельства. Известно, что горные ландшафты подчиняются закону вертикальной зональности, заключающемуся в том, что по мере увеличения высоты над уровнем моря температура понижается и вызывает появление всё более и более холодолюбивых организмов. В результате, на склонах высоких гор сформированы ландшафтные пояса, аналогичные широтным зонам Земли. Каждый пояс в пределах определённой горной области характери-

зуется известными гипсометрическими пределами, — например, альпийский (горно-луговой) пояс в Центральном Кавказе расположен в пределах от 2000—2200 м до 3000—3400 м абсолютной высоты. Тот же пояс на склонах африканского вулкана Килиманджаро находится на высоте в 4000—5000 м, а в Полярном Урале его нижняя граница имеет 150—300 м высоты над ур. м. Таким образом, гипсометрическое положение ландшафтных поясов изменяется в зависимости от географической широты, а также от степени континентальности климатического режима той или иной горной области. Но высота пределов ландшафтных поясов меняется не только в пространстве, но и во времени, под влиянием изменений климата. Известно, например, что в третичном периоде климат умеренной и холодной зон был значительно теплее нынешнего, и, следовательно, пределы распространения растений и животных должны были располагаться на больших высотах, чем мы это видим сейчас.

Из сказанного напрашивается следующий вывод: если будет доказано существование какого-нибудь ландшафтного пояса в пределах горной области в какой-нибудь момент прошлого, то это может служить известным показателем палеогипсометрии данной области. Например, наличие вечноснегового пояса в третичных Альпах можно было бы рассматривать в качестве доказательства того, что в третичном периоде этот хребет уже имел абсолютную высоту не менее 2500—3000 м, а вероятнее, ещё большую. К сожалению, наиболее обычный и надёжный метод восстановления былых ландшафтов — палеонтологический метод в данном случае почти неприменим, ибо ископаемые остатки высокогорных растений и животных, особенно из третичных отложений, чрезвычайно редки, а в тех случаях, когда такие остатки обнаруживаются, установить их принадлежность к определённому ландшафтному поясу весьма затруднительно. Это обстоятельство станет легко понятным, если учесть, что современные высокогорные области в течение неогена и четвертичного периода являлись преимущественно

областями сноса, вследствие чего здесь не было благоприятных условий для сохранения ископаемых остатков третичных организмов. Возможно, что в будущем новые палеоботанические и палеозоологические находки в таких странах, как Тибет, Памир, Антикавказ, позволят установить путеводные вехи для истории органического мира высокогорий, но пока этого нет, палеонтологический метод не может помочь разрешению интересующих нас вопросов.

Некоторое указание на гипсометрическое прошлое гор дают вероятные пути расселения растительных и животных организмов ангарского (см. ниже) происхождения. Один из основных путей распространения флоры и фауны Ангарида, впервые указанный в прошлом столетии А. Энглером, шёл из Центральной Азии, от хребтов Куэн-луня и Тянь-шаня, через горы Афганистана и Ирана к Балканам и далее в среднюю Европу. По нему умеренно-термофильные типы растений и животных вторглись в пределы области, тогда (в миоцене) ещё занятой тропическим ландшафтом. Это должно свидетельствовать о том, что миоценовые хребты достигали высоты, достаточной для возникновения вертикальной поясности, и по верхним поясам умеренные элементы распространились на запад в Переднюю Азию и Европу. К сожалению, данным методом нельзя решить всю проблему высотного развития гор, так как пути расселения организмов могли действовать периодически, а в промежуточные периоды горы могли значительно понижаться.

Остаётся прибегнуть к тем указаниям на историю ландшафтов, которые даёт современное распространение растительных и животных форм. Известно, что многие горные области в отношении состава своей флоры и фауны характеризуются значительным своеобразием. Ряд эндемичных видов, а иногда и родов растений и животных, среди которых многие приспособлены к горным условиям обитания (являются «ореофилами»), отличает высокогорные районы от прилегающих низин. Значительные отклонения замечаются также между обособленными

друг от друга горными системами. Примерами могут служить Большой Кавказ, Гирканиды (горная система, опоясывающая с юга Каспий и включающая, вместе с советским Талышем, находящиеся в Иране хребты Эльбурс и Богров-даг), Сьерра-Невада, Атлас, Альпы и др. Своеобразие растительности, например, альпийского пояса Большого Кавказа даёт основание исследователям выделять его в самостоятельную ботанико-географическую область [19, стр. 32]. Ясно, что для возникновения этих черт самобытности горных флор и фаун требовались длительные периоды геологического времени, в течение которых успевали выработываться специфические формы организмов [26, стр. 172—174, 177].

Анализируя состав органического мира высокогорий, ботаники и зоологи установили наличие в нём различных генетических компонентов. Общепринятым является подразделение последних на аутохтонную и аллохтонную группу, из которых первая представлена формами, выработавшимися из невысокогорных организмов путём приспособления к условиям новообразующихся гипсометрических поясов, в процессе поднятия горной области, а вторая — организмами, проникшими в данную горную область в позднейшие этапы её истории либо из других горных стран, либо из высоких широт, причём особенно энергично такая иммиграция происходила в ледниковую эпоху (при сниженном положении ландшафтных поясов гор и сдвинутости к югу зон горизонтальных). Эндемизм связан как с аутохтонным, так и с аллохтонным компонентами, но с той оговоркой, что эндемизм аутохтонных элементов имеет древнее происхождение и в современных условиях является реликтовым, консервативным, а эндемики, сформировавшиеся из элементов второй группы, представляют результат новейшего, прогрессивного в современную эпоху, формообразования. Состав аутохтонного ядра высокогорных флор и фаун в тех случаях, когда оно не подверглось уничтожению под влиянием позднейших событий, даёт интересные указания на древность верхних ландшафтных поясов, а отсюда и

непрерывного существования горных условий в продолжение длительных отрезков геологического времени.

Особенно любопытны в этом отношении те элементы органического мира высокогорных областей умеренной зоны, корни которых уходят в природу древней тропической зоны северного полушария. На основании преимущественно палеоботанических факторов установлено, что в третичное время, — примерно до верхнего миоцена, — граница тропической и умеренной зон находилась намного севернее, чем в современную эпоху, и, в связи с этим, площадь нынешней умеренной зоны была занята тропической и субтропической растительностью и соответствующей фауной. Тёплый и влажный климат позволял в то время вечнозелёной лесной флоре произрастать в Европе местами до 55-й параллели.

В конце палеогена и начале неогена, повидимому, в связи с началом альпийской революции, климат земного шара подвергся изменению, что привело к коренному преобразованию физико-географической обстановки умеренной зоны. Это преобразование особенно энергично протекало в верхнем миоцене и нижнем плиоцене. В то время тропические флора и фауна в основном вытесняются из пределов умеренной зоны флорой и фауной умеренно термофильного типа, начавшей свое развитие на севере Ангарского материка. Место вечнозелёного леса занимают леса из листопадных деревьев, тропических и субтропических животных замещают представители холодовыносливой ангарской фауны.

Таким образом, на территории умеренной Евразии, где сосредоточена основная часть молодых горных систем Старого света, в течение неогена имела место смена ландшафтных зон, обусловленная перемещением северной границы тропической зоны к югу. Так как период формирования альпийских горных хребтов охватывает геологическое время, следовавшее за концом палеогена, включая неоген и четвертичный период, то ясно, что органический мир поднимающихся гор должен был черпать себе исходный материал сперва в субтропической флоре и

фауне, а позднее, после сдвига границы зон, — во флоре и фауне ангарского типа. Этим объясняется наличие в растительном и животном мире горных областей таких элементов, которые образовались путём видоизменения тропических типов и ближайших родственники которых обычно населяют современную тропическую зону.

Из многочисленных примеров того, что в горах умеренной зоны сохранились видоизменённые потомки субтропических растений, можно привести род *Rhododendron*, состоящий более чем из 200 видов, широко распространённых в Евразии и приатлантической части Северной Америки. Родиной этого рода являются Гималаи и Восточная Азия, где сосредоточено наибольшее количество его видов, вечнозелёных и листопадных. Обладая способностью приравливаться к низким температурам, представители *Rhododendron* продвинулись далеко к северу — в зону сибирской тайги и высоко вверх — в горы. В ряде горных систем Евразии и Америки имеются высокогорные представители данного рода (так называемые «альпийские розы»), приспособившиеся к жизни в условиях альпийского ландшафта. Такие альпийские рододендроны известны для Сепид-куха, Альп, Карпат, Кавказа, Западного и Восточного Саяна, Гималаев, Юннани, Куэн-луня, Японии, Курильских островов, Аппалачей и т. д., причём в каждой достаточно обособленной высокогорной области растёт свой эндемичный вид альпийского рододендрона. Эти вечнозелёные кустарники альпийского пояса являются потомками одного или нескольких субтропических видов рододендрона, когда-то в процессе горообразования поднятых в верхние гипсометрические зоны и в результате изменившихся условий образовавших новые виды.¹

¹ По А. А. Гроссгейму [9, стр. 35], кавказский рододендрон является исторически третичным высокогорным элементом, развивавшимся на основе арктотретичного лесного типа *Rhododendron*. В. П. Малеев [16, стр. 68—69] допускает принадлежность *Rh. caucasicum* и *Rh. ponticum* к «полтавской» флоре. Во всяком случае, предок кавказского рододендрона, а также исходные типы всех альпийских рододендронов должны были расселяться по Евразии в начале миоцена.

За местное происхождение альпийских рододендронов и против возможности их расселения в позднейшие времена из определённого центра говорят громадные разрывы в их распространении. Можно указать, например, на разрыв между ареалом высокогорных рододендронов Западного Саяна и ареалами таких же рододендронов Куэн-луня и Кавказа. Если бы кавказский рододендрон являлся видоизменённым потомком азиатских высокогорных рододендронов, по хребтам дошедших до Кавказа, то рододендроны должны были бы уцелеть на подходящих местообитаниях в системах Гирканид, Тянь-шаня и Алтая, чего в действительности нет.

Такое приспособление растений тропического происхождения, в процессе тектонического поднятия, к холодному климату высот должно было происходить в течение долгого срока и много времени тому назад. Во всяком случае альпийские рододендроны существовали уже в доледниковое время, в пользу чего говорят как их видовая обособленность по горным системам, так и некоторые особенности распространения. Переход альпийских рододендронов с одной горной системы на соседнюю в тех случаях, когда для объяснения такого перехода требуется допустить более низкое положение альпийского пояса в прошлом, несомненно свидетельствует о том, что данный вид рододендрона был сформирован уже в доледниковую эпоху. Так, например, кавказский рододендрон, который распространён в альпийском поясе Большого Кавказа и Антикавказа, должен был образоваться в одной из этих двух высокогорных областей, на что, разумеется, требовалось известное геологическое время, а впоследствии, в ледниковую эпоху, когда ландшафтные пояса снизились, перенестись в другую область.

Кроме того, если в некоторых горных системах (например на Кавказе, в Гималаях и т. д.) до сих пор растут лесные виды рододендронов, то в других системах, имеющих свои альпийские виды рододендронов, вечнозелёный подлесок исчез либо в начале и середине четвертичного периода под влиянием климатических неувзгод лед-

никовых эпох, либо ещё раньше, вследствие третичного похолодания и континентализации климата. Известно, например, что в Альпах остатки понтийского рододендрона не встречаются в отложениях моложе миндель-рисской эпохи. Нет рододендронов в лесном поясе Сефид-куха, Куэн-луня и т. д. Следовательно, формирование альпийских рододендронов из лесных могло происходить в этих горных областях лишь в достаточно отдалённом прошлом. Несомненно, что формирование альпийских рододендронов могло осуществляться в области орогена Тетиса до того, как в умеренную зону Евразии вторглась листопадная флора ангарского происхождения, ибо вряд ли субтропические растения могли осваивать чуждые им по климатическому режиму высотные ступени в присутствии более высокоорганизованных и выносливых против холода и сухости листопадных и хвойных древесных пород, вытеснивших в конце миоцена — начале плиоцена вечнозелёную флору.

Следовательно, в неогене горы Евразии уже имели высоту, достаточную для образования альпийского пояса. Известно, что нижняя граница альпийского пояса в настоящее время расположена (в умеренной и тропической полосах Евразии) на высотах от 1500 до 4000 м над ур. м. В неогене, в связи с более тёплым климатом, вышеуказанная граница должна была, по крайней мере в некоторых горных системах, располагаться выше нынешнего. В конце миоцена и в начале плиоцена горы имели, таким образом, уже большую высоту.

Аналогичные доказательства длительности непрерывного существования высокогорных условий можно привести также и из области зоогеографических фактов. Так, например, горы Средней Азии изобилуют эндемичными видами бескрылых саранчовых (группа *Eumastacini* и род *Conophyma*), ближайшие родичи которых в настоящее время живут в тропической зоне. Как указывает Б. Уваров, «такое неожиданное в высокогорных областях нахождение видов, имеющих корни в третичной тропической фауне, может быть объяснено поднятием равнинной фауны тропического периода во вре-

мя горообразовательных процессов» [27, стр. 31—32, 197], см. также [2, стр. 490—493].

О гипсометрической устойчивости гор в течение позднего кайнозоя говорит, между прочим, тот факт, что признаки геологической длительности существования альпийского пояса свойственны даже ненамного превышающим верхнюю границу древесной растительности горным хребтам вроде Пиренеев, Сьерра-Невады и Апалачей. Несомненно также, что наличие в предгорной области многих горных систем мощной и полной толщи послеолигоценовых обломочных отложений говорит в пользу вышеуказанного стремления орогенных участков к геоантиклинальному режиму.

Резюмируя вышеизложенные геологические и био-географические соображения, касающиеся закономерностей гипсометрической истории гор, мы можем сказать, что в миоцене нынешние горные системы (Альпы, Карпаты, Кавказ, Тянь-шань, Гималаи, Куэн-лунь и др.) достигли уже большой высоты, каковую сохраняют до современной эпохи.

Возвращаясь к уже отмеченной нами пульсационной теории, можно принять, что первоначально быстрое повышение гор, обусловленное тенденцией земной коры к изостатическому выравниванию, в дальнейшем приостановилось и высота гор регулировалась сочетанием действия денудационного и изостатического факторов. Отсюда может быть сделан ряд палеогеографических выводов. Во-первых, отпадает вероятность наличия в орогенных зонах пенепленизированных поверхностей молодого (послеолигоценового) возраста, выработанных в течение альпийского горообразовательного цикла, ибо пенепленизация не могла происходить в условиях постоянного стремления горной области к сохранению значительной абсолютной высоты. В частности, поверхности выравнивания четвертичного возраста, о которых говорит Л. А. Варданянц, не могли охватывать всей территории горных систем Большого Кавказа и Антикавказа, а лишь их окраинные части и днища долин. Во-вторых, история ледниковых покровов прошлого получает, в свете вышеуказанных особенностей гипсо-

метрической эволюции гор, дополнительные штрихи. Первые ледники на горах умеренной и тропической зон могли появиться задолго до начала четвертичного периода — в плиоцене, а возможно, и в верхнем миоцене, когда, по палеоботаническим данным, наступление ангарской листопадной флоры на тропическую совершалось весьма энергично. В-третьих, поскольку вертикальные ландшафтные пояса в горных областях существуют давно, — вероятно, ещё со среднего миоцена, — то за это время как высотное положение, так и самый характер отдельных поясов, следует полагать, подвергались преобразованиям в связи с изменениями горизонтальной зональности ландшафтов. Система вертикальной зональности, имевшаяся на склонах Альп, Кавказа, Карпат, Саян, Гималаев в доверхнемиоценовое время, должна была коренным образом отличаться от позднейшей системы горно-ландшафтных поясов, сформировавшейся после победоносного шествия к югу представителей органического мира Ангарского материка. Новые волны северных элементов флоры и фауны, накатываясь на горные цепи орогена Тетиса в течение плиоцена и четвертичного периода, изменили их растительный и животный мир, посылая в верхние пояса гор своих представителей.

Таков в общих чертах ход гипсометрической эволюции орогенных областей в течение позднего кайнозоя. Предстоит разрешить ряд вопросов в целях уточнения представлений о закономерностях высокого развития гор. Вопросы эти следующие. Прежде всего неясной является та часть кривой высотного роста, которая следует за переломным моментом, завершающим начальную фазу быстрого повышения. Поскольку изменение высоты гор представляет собой разность между тектоническим перемещением по вертикали и величиной денудационного сноса, то очевидно, что после установления изостатического равновесия, с прекращением поднятия, рост гор вверх должен замедлиться или даже смениться (в связи с денудацией) понижением. Сколько-нибудь значительному понижению гор должно препят-

ствовать сохраняющееся стремление к изостазии. «Возбуждающим средством» для изостатических движений теперь уже является денудация, вырабатывающая систему отрицательных (в основном эрозионных) форм рельефа и этим делающая горы менее массивными, а следовательно, и более лёгкими в своей надбазисной (расположенной выше эрозионных базисов) части. Такие изостатические движения могли вызвать некоторое увеличение высоты в связи с тем, что расчленённая горная область при своей большой абсолютной высоте должна оказывать такое же изостатическое давление, как более низкая, но менее расчленённая страна.

Кроме того, как мы знаем, на протяжении всего неогена и четвертичного периода происходило складкообразование, обусловленное преобладающей тенденцией Земли к сжатию, и повторные орогенические фазы могли вызывать дополнительные поднятия, влиявшие на гипсометрическое состояние горных систем. Наличие во многих горных системах (Гималаях, Большом Кавказе и пр.) антецедентных долин, прорывающих орографическую ось системы, свидетельствует о поднятиях, происходивших в процессе геоморфологического развития гор [39, стр. 248—250], но неизвестно, как эти поднятия отражались на абсолютной высоте области.

Дело осложняется тем, что мы ещё не имеем точной количественной оценки скоростей, характеризующих тектонические и денудационные процессы, а также не знаем величины разгрузки, необходимой для возобновления процесса изостатического выравнивания. Таким образом, ход изменений высоты после вышеуказанного переломного момента сейчас ещё трудно установить. Между тем, с точки зрения палеогеографии было бы весьма важно выяснить, достигали ли в прошлом горные системы Земли в целом или же отдельные из них таких высот, которые превосходили их современную высоту. В зависимости от положительного или отрицательного ответа на данный вопрос ряд существенных палеогеографических проблем (наприм. проблема древних оледенений) мо-

жет предстать перед наукой в новом свете.

Другой вопрос гипсометрической эволюции гор, который следует изучить, — это различия хода указанной эволюции в зависимости от типа и индивидуальных особенностей горных областей. Различное строение последних, проявляющееся в геологическом возрасте и составе слагающих формаций, в тектонической структуре, а также различная морфология (пример: Аппалачи и Урал в сравнении с Андом и Альпами) обуславливают неодинаковую склонность горных систем к поднятию, различную скорость денудационного сноса и, следовательно, различную гипсометрическую судьбу. Излишне подчёркивать, что определение этих различий может иметь значение в познании прошлого Земли.

Литература

- [1] А. Д. Архангельский и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. Изд. АН СССР, М.—Л., 1937. — [2] Г. Я. Бей-Биенко. Прямокрылые — *Orthoptera* и уховёртки — *Dermaptera*. «Животный мир СССР», т. I, изд. АН СССР, М.—Л., 1937. — [3] В. В. Белоусов. Большой Кавказ. Часть II (верхний мел и третичные). М.—Л., 1940. — [4] Л. А. Варданянц. Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. Изд. АН Армянской ССР, Ереван, 1948. — [5] Е. В. Вульф. Историческая география растений. Изд. АН СССР, М.—Л., 1944. — [6] И. П. Герасимов и К. К. Марков. Четвертичная геология. М., 1939. — [7] В. И. Громов. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (млекопитающие, палеолит). Тр. Инст. геол. наук, вып. 64, серия геолог., № 17, изд. АН СССР, 1948. — [8] А. А. Гроссгейм. Флора Талыша. Тифлис, 1926. — [9] А. А. Гроссгейм. Реликты Восточного Закавказья. Баку, 1940. — [10] А. И. Ильинский. Растительность земного шара. Изд. АН СССР, 1937. — [11] А. Н. Краснов. География растений. Законы распределения растений и описание растительности земного шара. Харьков, 1899. — [12] А. Н. Криштофович. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и её основные факторы. Материалы по истории флоры и растительности СССР, т. II, Изд. АН СССР, 1946. — [13] Н. Кузнецов, Н. Буш и А. Фомин. *Flora caucasica critica*. Вып. 1 и 2, Юрьев, 1901. — [14] Н. Н. Лебедев. Географический очерк Талыша. Изд. АН СССР, М.—Л., 1941. — [15] П. С. Макеев. Физическая география СССР, 1. М., 1944. — [16] В. П. Малеев. Третичные реликты во флоре Западного Кавказа и основные этапы четвертичной истории его флоры и раститель-

ности. Материалы по истории флоры и растительности СССР, т. I, Изд. АН СССР, М.—Л., 1941. — [17] К. К. Марков. Геоморфологический очерк Памира. 1935. — [18] К. К. Марков. Основные проблемы геоморфологии. М., 1948. — [19] Я. Медведев. Об областях растительности на Кавказе. Тифлис, 1914. — [20] В. А. Обручев. Пульсационная гипотеза геотектоники. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1940. — [21] В. А. Обручев. Основные черты кинетики и пластики неотектоники. Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1948. — [22] И. В. Палибин. Этапы развития флоры прикаспийских стран со времени мелового периода. Изд. АН СССР, М.—Л., 1936. — [23] А. Б. Ронов. Количественный метод исследования колебательных движений земной

коры. Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., № 6, 1944; № 2, 1945. — [24] Стратиграфия СССР, т. XII (неоген СССР), Изд. АН СССР, М.—Л., 1940. — [25] С. П. Суслов. Физическая география СССР. Л.—М., 1947. — [26] А. И. Толмачёв. Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов северного полушария. Бот. журн., т. XXXIII, № 2, 1948. — [27] Б. Уваров. Саранчёвые Средней Азии. Ташкент, 1927. — [28] W. M. Davis. The Geographical cycle. Geogr. Journ., vol. 14, № 5, 1899. — [29] W. Penck. Die morphologische Analyse. Berlin, 1924. — [30] L. R. Wager. The Arun river drainage pattern and the rise of the Himalaya. Geogr. Journ., vol. LXXXIX, № 3, March, 1937.